第16講　同化：光合成

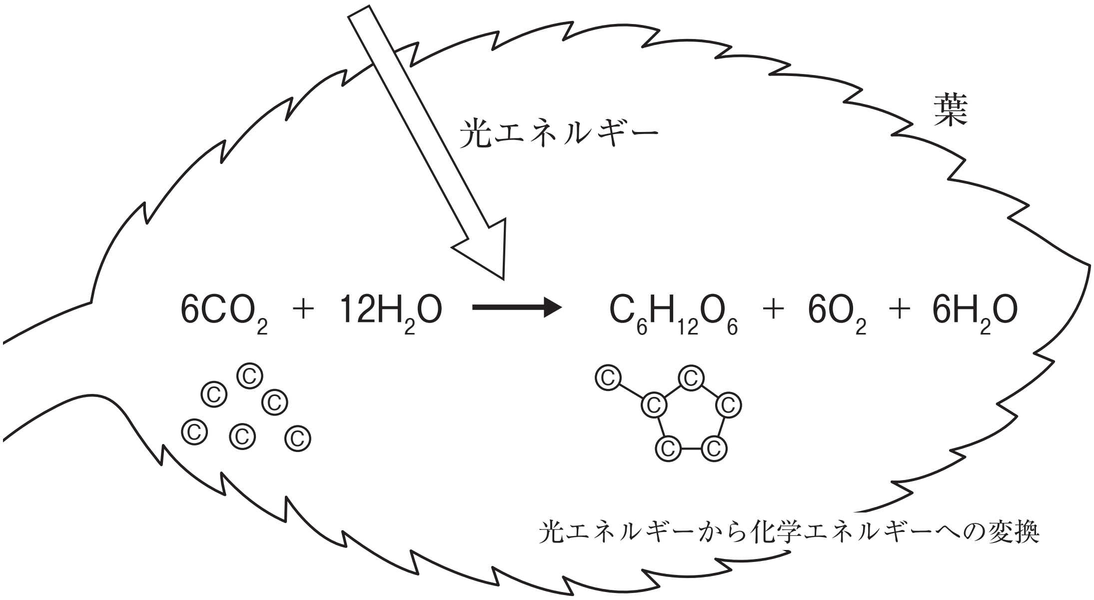
■光合成

…　光エネルギーを用いた炭酸同化

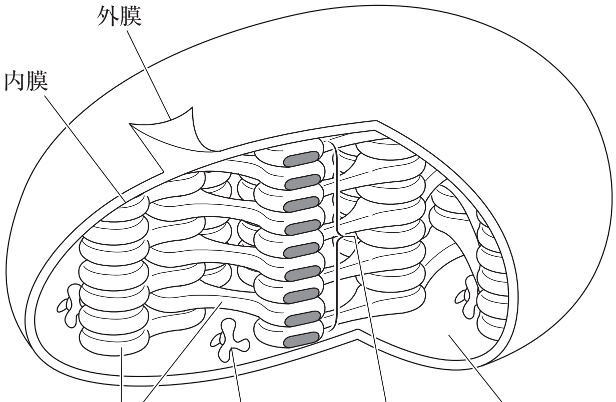
無機炭素から有機炭素の合成

エネルギー

$6CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6$



◆葉緑体　…　光合成の場



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光合成色素

…　光エネルギーの受容

クロロフィル系

・クロロフィルａ　（青緑）　Mg，Ｎ含む，全ての植物，藻類が持つ主色素
・クロロフィルｂ　（黄緑）　地上植物と緑藻が持つ補助色素

カロテノイド系

・カロテン（橙）　ex　ニンジン，夕張メロン，マンゴー
・キサントフィル（黄）　ex　黄色パプリカ，イチョウ

フィコビリン系

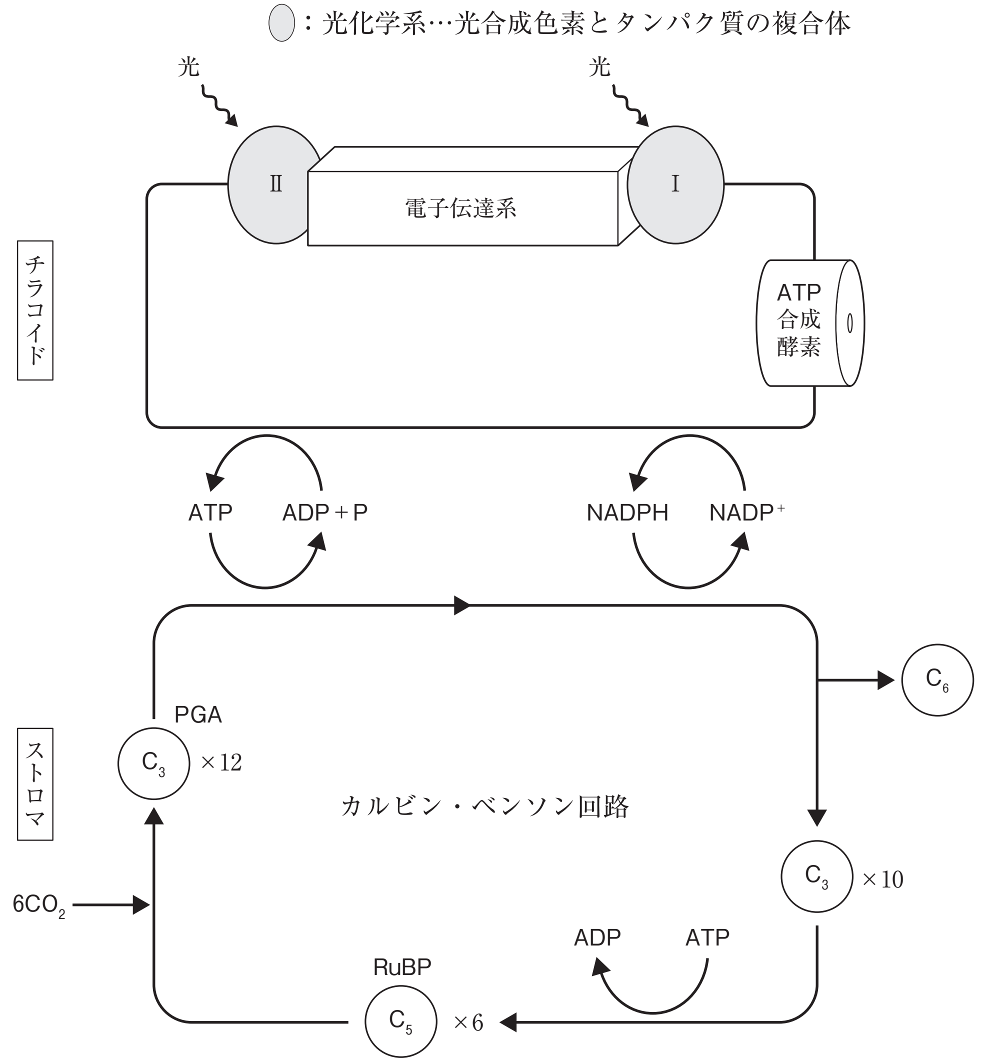
・フィコエリトリン（紅）　紅藻が持つ
・フィコシアニン（藍）　ラン藻が持つ

バクテリオクロロフィル　光合成細菌が持つ特殊な光合成色素

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**光合成の過程**



チラコイド	ストロマ
①光エネルギーの受容(光化学反応) ②水の分解(酸素，電子，H⁺) ③還元型補酵素の生成 ④ATP合成(光リン酸化)	⑤明反応で生成したエネルギーを用いて二酸化炭素を固定

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

つぎのA，Bの文を読んで問１～６に答えよ。

A

図１は緑色植物の葉内に見られる葉緑体を，図２はその葉緑体内で行われる光合成の反応過程を模式的に示した図である。

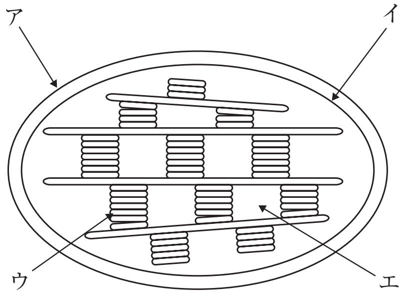


図１

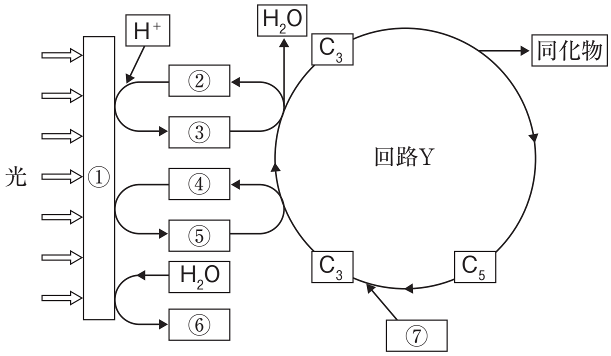


図２

問１　以下の文中の［ａ］～［ｄ］に適切な語句を入れよ。

一般の緑色植物では，おもに葉で光合成が行われている。通常，葉は表裏に表皮細胞層があり，その表面には［ａ］層が発達している。葉の内部には光合成を行う組織として［ｂ］組織，［ｃ］組織がある。［ｂ］組織は細胞が密に配列しており，［ｃ］組織は細胞間隙が大きい。また，葉には葉緑体を含む２個の孔辺細胞にはさまれた［ｄ］も見られる。

問２　図２の①は，図１のア～エのどこで行われているか，記号で答えよ。また，その場所の名称を答えよ。

問３　図２の②～⑦にあてはまる語句を，次のａ～ｉから１つずつ選び，記号で答えよ。

ａ．ADP　　ｂ．ATP
ｃ．X･H_2（還元型補酵素）　　ｄ．X（酸化型補酵素）
ｅ．$C_6H_{12}O_6$　　ｆ．H_2O_2
ｇ．H_2O　　ｈ．O_2　　ｉ．CO_2

問４　図２の回路Ｙの名称を記せ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

B

カルビン・ベンソン回路の反応経路を確認するため，この回路で，CO_2が取り込まれる④直前のC_5化合物（炭素数５の化合物）と，取り込み⑤直後に生じるC_3化合物（炭素数３の化合物）の量が，CO_2濃度や光条件を変えたときにどのように変化するかを調べた。

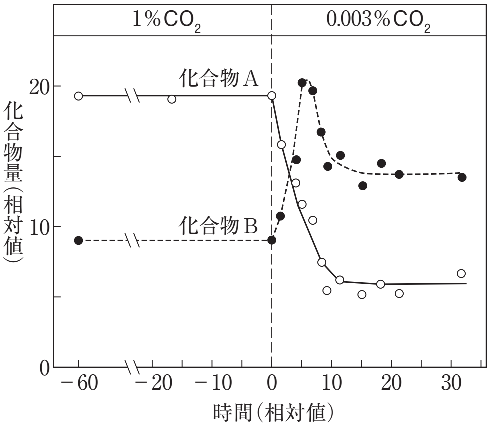


図１　CO_2濃度の切りかえにともなう化合物Aと化合物Bの量的変化

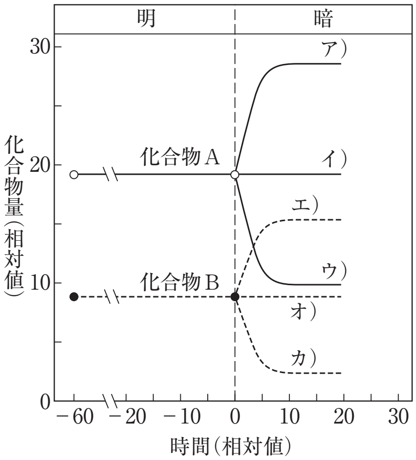


図２　光条件の切りかえにともなう化合物Aと化合物Bの量的変化

問５　十分な光条件のもとで，CO_2濃度だけを１％から0.003％へ変化させ，下線部④のC_5化合物と下線部⑤のC_3化合物の量的変化を調べた。図１の化合物AはC_5化合物，C_3化合物のいずれかを記せ。また，化合物Aとしてその炭素化合物を選んだ理由を100字以内で述べよ。

問６　１％のCO_2濃度は変えずに，光を明条件から暗条件へ切りかえ，図１と同じ化合物Aと化合物Bの量的変化を調べた。暗条件での化合物Aと化合物Bについて予想される変化としてもっとも適切なものを図２の曲線ア）～カ）から１つずつ選び，それぞれ記号で答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

葉緑体に関する次の文章を読み，以下の問１～５に答えよ。

文章　緑葉を破砕した後，遠心分離機を用いて細胞分画を行うと，純粋な葉緑体画分を得ることができる。さらに，無傷の葉緑体を注意深く破砕して何回かの遠心分離操作を行うと，葉緑体の内部構造（図１のA，B，C，D）が分離された４つの画分を得ることができる。

いま，その方法を用いてC_3植物の葉緑体より画分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳを得た。画分Ⅰと画分Ⅱは水溶性，画分Ⅲと画分Ⅳは水に不溶性の画分であり，画分Ⅲは緑色を呈していた。画分Ⅲをさらにクロマトグラフィーで分析すると，緑色の色素以外に，(1)橙色の光合成色素が検出された。また，画分Ⅱでは(2)CO_2を固定する反応回路が働いていることが分かった。

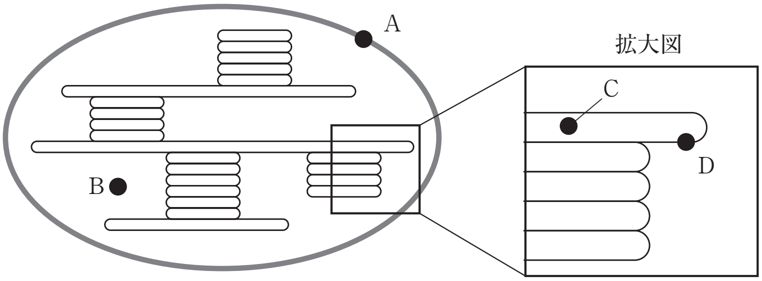


図１

問１　画分Ⅰ～画分Ⅳに分離される構造として正しいものを，それぞれa)～f)のうちから１つずつ選び，画分の番号の欄（Ⅰ～Ⅳ）に答えよ。ただし，正しいものがない場合はg)とせよ。

a)　クリステ　　b)　マトリックス　　c)　チラコイド内腔
d)　ストロマ　　e)　外膜・内膜　　f)　チラコイド膜

問２　画分Ⅰ～画分Ⅳについての記述として適切なものを，それぞれa)～h)のうちから全て選び，画分の番号の欄（Ⅰ～Ⅳ）に答えよ。ただし，適切なものがない場合はi)とせよ。

a)　ATP合成活性がある。　　b)　光エネルギーを吸収する。
c)　この画分の水分子から酸素が生じる。
d)　デンプン合成活性がある。　　e)　アントシアンが存在する。
f)　キサントフィルが存在する。　　g)　補酵素Xを還元する活性がある。
h)　ピルビン酸からリンゴ酸を生成する活性がある。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　下線部(1)が示す物質名として正しいものをa)～f)のうちから1つ選べ。ただし，正しいものがない場合はg)とせよ。

a)　クロロフィルa　　b)　クロロフィルb　　c)　アントシアン
d)　ヘム　　e)　βカロテン　　f)　ルテイン

問4　下線部(1)が示す物質が最も強く吸収する光の波長領域をa)～f)のうちから選べ。

a)　赤色　b)　橙色　c)　黄色　d)　青色　e)　紫色　f)　紫外

問5　光合成の過程を図2に示す。図の①～④に当てはまる物質はどれか。解答欄①～④にそれぞれ答えよ。ただし，選択肢は複数回使用してもよい。

a.　ADP　　b.　ATP　　c.　CO_2　　d.　FAD
e.　H_2O　　f.　NAD　　g.　NADP　　h.　O_2

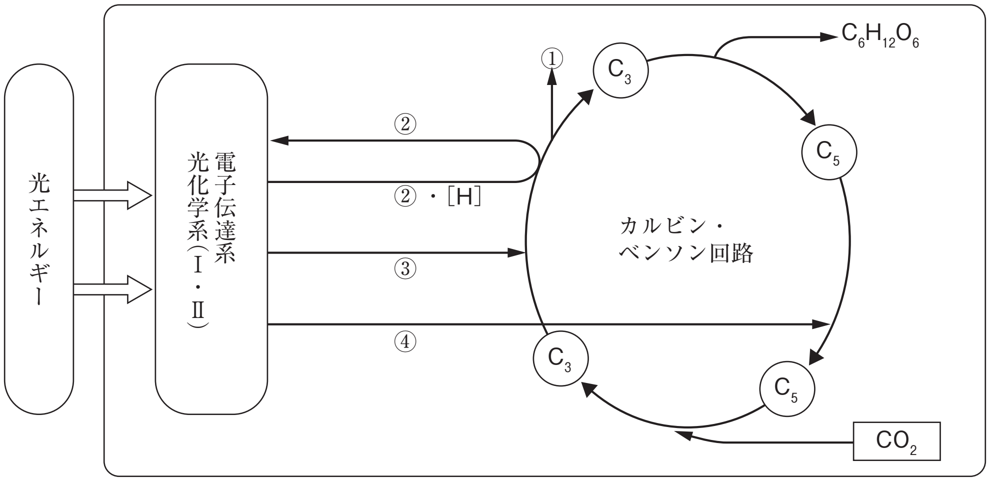


図2

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

A

問１　a　クチクラ　b　さく状　c　海綿状　d　気孔

問２　ウ，チラコイド

問３　②　d　③　c　④　a　⑤　b
⑥　h　⑦　i

問４　カルビン・ベンソン回路

B

問５

A　C_3化合物

理由：CO_2濃度の減少によりC_5化合物からC_3化合物の合成は抑制され，C_5化合物は増加する。しかし，次の化合物への反応はすぐには抑制されないので，C_3化合物の量は減少すると考えられる。

問６　A　ア）　B　カ）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

問１　Ⅰ　c)　　Ⅱ　d)　　Ⅲ　f)　　Ⅳ　e)

問２　Ⅰ　c)　　Ⅱ　d)　　Ⅲ　a)，b)，f)，g)　　Ⅳ　i)

問３　e)　　問４　d)

問５　①　e　　②　g　　③　b　　④　b

【解説】

問１　生体膜成分は不溶性であるので，膜成分であるＡ，もしくはＤが分画Ⅲ，Ⅳであると考えられる。分画Ⅲが緑色を呈していたことから，光合成色素が存在するチラコイド膜Ｄが分画Ⅲ，葉緑体外膜・内膜のＡが分画Ⅳに分離されていると考えられる。また分画ⅡにはCO_2固定の反応回路が存在することから，分画Ⅱがストロマである Ｂが，分画Ⅰがチラコイド内腔であるＣが分離されていると考えられる。

問２　分画Ⅰはチラコイド内腔であり，チラコイド膜に存在する光化学系Ⅱで分解される水はこの内腔のものが用いられる。分画Ⅱはストロマの基質であり，カルビン・ベンソン回路の酵素群が存在する。分画Ⅲはチラコイド膜であり，光化学系や電子伝達系，ATP合成酵素など様々な成分が膜内に埋め込まれている。光化学系は光合成色素とタンパク質の複合体で，光合成色素にはクロロフィル以外にカロテンやキサントフィルも含まれる。アントシアンは液胞内に存在する色素で，光合成色素ではない。光化学系Ⅰでは補酵素を還元して還元型補酵素が生成される。分画Ⅳの葉緑体外膜・内膜について選択肢のなかに妥当な記述はない。

問３　光合成色素には緑色のクロロフィル系，黄色のカロテノイド系などがある。橙色の色素であるなら，かんきつ類の果皮やニンジンの根などに豊富に含まれるβカロテンであると考えられる。

問４　βカロテンは可視光のなかで青色の光を吸収し，橙色の光を反射するので橙色に見える。植物は固有の吸収スペクトルをもつ様々な光合成色素をもつことで，太陽からの光を有効に利用している。

問５　光合成は，チラコイドで起こる反応とストロマで起こる反応に大別される。チラコイドでは光のエネルギーを利用してATPの合成と補酵素NADPの還元が行われる。ストロマでは，カルビン・ベンソン回路においてチラコイドで生成されたATPと還元型補酵素を利用して二酸化炭素が還元され，炭水化物が合成される。また，その過程で水が生成する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。